

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

**Piezoelectric and/or electrostrictive actuator.**

Patent Number: ☐ EP0666605, B1  
Publication date: 1995-08-09  
Inventor(s): KIMURA KOJI C O NGK INSULATORS (JP); TAKEUCHI YUKIHISA C O NGK INSU (JP)  
Applicant(s): NGK INSULATORS LTD (JP)  
Requested Patent: ☐ JP7214779  
Application Number: EP19950300719 19950206  
Priority Number(s): JP19940012830 19940204  
IPC Classification: H01L41/09; B41J2/045  
EC Classification: H01L41/09G, B41J2/14D2  
Equivalents: DE69502210D, DE69502210T, HK1007056, JP3088890B2, SG49255,  
☐ US5512793  
Cited Documents: EP0572230; EP0613196

**Abstract**

A piezoelectric and/or electrostrictive actuator including a ceramic substrate and piezoelectric and/or electrostrictive elements is disclosed. The ceramic substrate includes: a spacer plate having a plurality of windows which provide pressure chambers, the windows being formed in a row in the longitudinal direction of the spacer plate; a closure plate superposed on one of opposite major surfaces of the spacer plate so as to close one of opposite openings of each window; and a connecting plate superposed on the other major surface of the spacer plate so as to close the other opening of each window. The piezoelectric and/or electrostrictive elements are disposed on respective portions of the outer surface of the closure plate in alignment with the respective pressure chambers. The spacer plate has auxiliary windows formed adjacent to respective two outermost windows which are located at opposite ends of the row, the auxiliary windows providing dummy cavities within the ceramic substrate such that the dummy cavities are formed adjacent to respective two outermost pressure chambers, while displacement adjusting layers are integrally formed on respective portions of the outer surface of

the closure plate which correspond to the auxiliary windows giving the dummy cavities.



Data supplied from the esp@cenet database - I2

特実: P 特許  
出願番号: 特願平6-12830 (平成6年(1994)2月4日)  
公開番号: 特開平7-214779 (平成7年(1995)8月15日)  
公告番号:  
登録番号: 第3088890号 (平成12年(2000)7月14日)

特許権者: 日本碍子株式会社 (2)  
発明名称: 圧電/電歪膜型アクチュエータ

要約文: 【目的】 複数の加圧室が列状に並べて設けられ、各加圧室に対応して圧電/電歪作動部が設けられた圧電/電歪膜型アクチュエータにおいて、全ての素子で優れた作動特性が安定して発揮され得るようにする共に、設計を容易と為し、作製時間の短縮を図り、更には製造コストの有効な低減を図る。

【構成】 複数の窓部68が列状に並べて設けられたスペーサプレート62と、閉塞プレート56と、接続プレート58を積層し、一体焼成して、窓部68にて加圧室を形成してなるセラミックス基体

公開IPC: \*B41J2/045、IB41J2/055、IH01L41/09

公告IPC: \*B41J2/045、IB41J2/055

フリーKW: 圧電, 電歪, 膜形, アクチュエータ, 素子, 作動 特性, 安定, 発揮, 設計, 容易, 作製, 短縮, 製造 コスト, 有効, 低減, グリーン シート, ダミー キャビティ, 複数, 窓, 列状

自社分類: J11F08A

自社キーワード:

最終結果:

関連出願: (0)

審判:

審決:

対応出願: (0)

#### 中間記録

受付発送日	種別	料担コード	条文
1994/02/04	63 出願書類	21000	
1994/12/09	84 証明請求		
1995/08/28	ZS 他庁審査処		
1999/05/11	ZS 他庁審査処		
2000/06/15	97 審査記録		
2000/06/19	97 審査記録		
2000/07/06	61 登録料納付		

受付発送日	種別	料担コード	条文
1994/04/14	ZS 他庁審査処		
1995/06/30	71 名義変更届	04400	
1999/04/27	62 審査請求書	95100	
2000/03/15	ZA 他提出書類		
2000/06/19	97 審査記録		
2000/06/27	A1 登録査定		

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-214779

(43) 公開日 平成7年(1995)8月15日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

序内整理番号

F I

技術表示箇所

B 4 1 J 2/045

2/055

H 0 1 L 41/09

B 4 1 J 3/ 04

1 0 3 A

H 0 1 L 41/ 08

C

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号

特願平6-12830

(22) 出願日

平成6年(1994)2月4日

(71) 出願人 000004064

日本碍子株式会社

愛知県名古屋市長区瑞穂区須田町2番56号

(72) 発明者 武内 幸久

愛知県名古屋市長区瑞穂区須田町2番56号 日

本碍子株式会社内

(72) 発明者 木村 浩二

愛知県名古屋市長区瑞穂区須田町2番56号 日

本碍子株式会社内

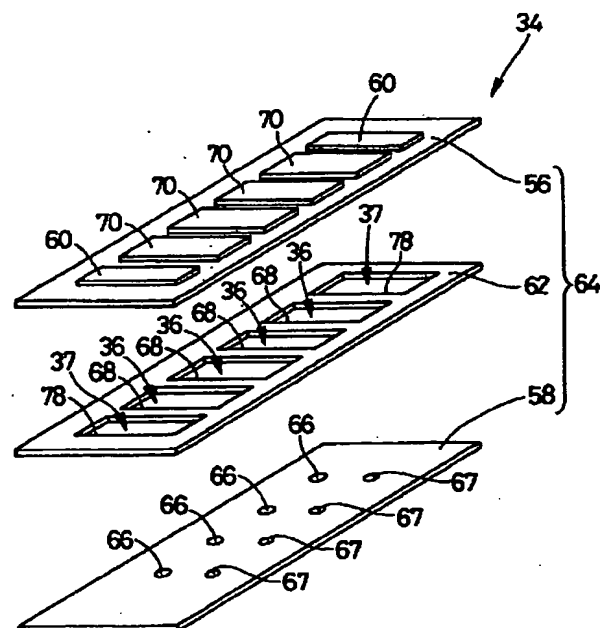
(74) 代理人 弁理士 中島 三千雄 (外2名)

(54) 【発明の名称】 圧電／電歪膜型アクチュエータ

(57) 【要約】

【目的】 複数の加圧室が列状に並べて設けられ、各加圧室に対応して圧電／電歪作動部が設けられた圧電／電歪膜型アクチュエータにおいて、全ての素子で優れた作動特性が安定して発揮され得るようにする共に、設計を容易と為し、作製時間の短縮を図り、更には製造コストの有効な低減を図る。

【構成】 複数の窓部68が列状に並べて設けられたスペーサプレート62と、閉塞プレート56と、接続プレート58を積層し、一体焼成して、窓部68にて加圧室を形成してなるセラミックス基板64と、閉塞プレート56の外面上の各加圧室に対応する位置に形成された圧電／電歪素子70とからなるアクチュエータ34において、スペーサプレート62の複数の窓部68の並び方向の両端のものに並べて、更にその外側に、それぞれ、圧電／電歪素子70が対応して設けられることのない補助窓部78を形成すると共に、これに対応する閉塞プレート56部位の外面上に、所定パターンの変位規制層60を設けた。



(2)

特開平7-214779

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 (a) 複数の窓部が列状に並べて設けられたスペーサプレートと、該スペーサプレートの一方の側に重ね合わされて前記窓部を覆蓋する閉塞プレートと、該スペーサプレートの他方の側に重ね合わされて前記窓部を覆蓋する接続プレートとを、それぞれのグリーンシートにて積層形成し、一体焼成せしめて、前記窓部にて加圧室を形成してなるセラミックス基体と、(b) 前記閉塞プレートの外面上の各加圧室に対応する位置に、膜形成法によって順次形成された、下部電極、圧電/電歪層および上部電極からなる膜型の圧電/電歪作動部とからなり、該圧電/電歪作動部によって前記加圧室の壁部の一部を変形させることにより、前記加圧室に圧力を生ぜしめるようにした圧電/電歪膜型アクチュエータにおいて、前記スペーサプレートの複数の窓部の並び方向の両端のものに並べて、更にその外側に、それぞれ所定大きさの補助窓部を設け、該補助窓部にてダミーキャビティを前記セラミックス基体内に形成すると共に、それら補助窓部に対応する前記閉塞プレート部位の外面上に、所定パターンの変位規制層を、それぞれ一体的に設けたことを特徴とする圧電/電歪膜型アクチュエータ。

【請求項2】 前記変位規制層が、膜形成法によって、前記閉塞プレートの外面上に一体的に形成されている請求項1に記載の圧電/電歪膜型アクチュエータ。

【請求項3】 前記変位規制層が、前記圧電/電歪作動部を構成する下部電極および/または圧電/電歪層と同様な層にて少なくとも構成され、且つ該圧電/電歪作動部と同時に形成されている請求項1または請求項2に記載の圧電/電歪膜型アクチュエータ。

【請求項4】 前記変位規制層が、絶縁樹脂材料からなる層を含んで構成されている請求項1または請求項2に記載の圧電/電歪膜型アクチュエータ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【技術分野】 本発明は、圧電/電歪膜型アクチュエータに係り、特に複数の圧電/電歪作動部を設けてなる構造の、ユニモルフ型やバイモルフ型等の、屈曲変位を発生させるタイプの圧電/電歪膜型アクチュエータに関するものであり、またそれをインクポンプ部材として用いた構造に関するものでもある。

## 【0002】

【背景技術】 近年、アクチュエータの基体内部に形成した加圧室内の圧力を上昇させる機構の一つとして、加圧室壁に設けた圧電/電歪作動部の変位によって、該加圧室の体積を変化させるようにしたものが知られている。そして、そのようなアクチュエータは、例えばインクジェットプリンタに使用されるプリントヘッドのインクポンプ等として利用されており、インクが供給され、充填された加圧室内の圧力を圧電/電歪作動部の変位によ

2

て上昇させることにより、加圧室に連通するノズル孔からインク粒子(液滴)を打ち出して、印字するようになっている。

【0003】 本発明者らにおいても、そのような構造のアクチュエータを利用したインクジェットプリントヘッドの一つとして、先に、特願平4-160204号において、アクチュエータの基体を、複数のセラミックスグリーンシートの積層物を一体焼成して得られる、内部に所定の加圧室が形成されてなる一体焼成品にて構成する一方、そのようなセラミックス基体の加圧室壁の外面上に圧電/電歪作動部を膜形成してなるアクチュエータ構造を採用し、それを所定のインクノズル部材に接着一体化せしめたものを提案した。

【0004】 具体的には、図5および図6に示されるように、アクチュエータとしてのインクポンプ部材12は、セラミックスグリーンシートを積層して一体焼成してなるセラミックス基体14と、その外面上に膜形成法により形成された複数の膜型の圧電/電歪作動部16とから構成され、その内部に該圧電/電歪作動部16に対応して、加圧室18がそれぞれ形成されている。そして、このようなインクポンプ部材12が接着せしめられるインクノズル部材20は、複数のノズル孔22、インク噴出用流路24およびインク供給用流路26を有しており、このインク供給用流路26内に外部から導き入れられたインクを、インクポンプ部材12の各加圧室18内に連通孔28を通じて供給せしめ、そして圧電/電歪作動部16の作動による加圧室18の壁部の変形によって、加圧室18の内部に圧力を生ぜしめ、以て連通孔29、インク噴出用流路24を通じて、ノズル孔22から、インクが噴出せしめられるようになっているのである。

【0005】 そして、最近では、ノズル間のピッチをより細かくして、精細で、高品質なインクジェットプリントヘッドを実現するべく、アクチュエータとしてのインクポンプ部材12の基体14内に、非常に狭いピッチで、多くの加圧室18を並べて形成するようになって来ている。

【0006】 しかしながら、上述の如き構造のアクチュエータ(12)を用いたインクジェットプリントヘッドにおいては、複数の加圧室18に対応して一列に並べて設けられた複数の圧電/電歪作動部16の両端のものの作動特性が、それらの間に位置する圧電/電歪作動部に比較して、劣る問題を内在していたのである。

【0007】 より具体的には、上述した如き構造のアクチュエータ(12)において、各々の圧電/電歪作動部16に所定の駆動電圧を印加して、各々の作動部(加圧室18を画成する隔壁)の撓み変位量を測定すると、両端の作動部の変位量は、それらの間に位置する作動部の変位量よりも3割程度も小さくなり、大幅に小さな変位量を示すのである。そして、このようにアクチュエータ

(3)

特開平7-214779

3

(12)における複数の圧電／電歪作動部16の作動特性(撓み変位量)がばらつくことによって、例えばかかるアクチュエータをインクポンプ部材12として用いたインクジェットプリントヘッドでは、複数のノズル孔22におけるインク吐出性能がばらつき、製品品質の低下を招く問題を惹起することとなる。

【0008】そこで、本発明者らは、更に検討を重ね、特願平5-59670号として、並列して設けられた加圧室列の両端のものの外側にダミーキャビティをそれぞれ設け、そのダミーキャビティの存在によって、両端の加圧室の剛性を低下せしめ、以て両端の圧電／電歪作動部の変位特性が、それらの間に位置する内側の圧電／電歪作動部と比較して同じようになる構造のアクチュエータを提案した。

【0009】しかしながら、このダミーキャビティを両端に設ける構造のアクチュエータにあつては、その並設された圧電／電歪作動部の列の両端のものとその内側に位置するものとの間の特性を同程度とするために、ダミーキャビティの形状乃至は大きさを適宜に選定しなければならず、それは、また、試行錯誤で調整しなければならないために、初期設計や設計変更時に時間や費用が掛かる問題を内在している。特に、加圧室を与える密部をグリーンシートの打抜き法で形成する場合において、その打抜き用の金型を各種準備しなければならず、そのために、そのような打抜き用金型の製作に多大な費用を要すると共に、多くの時間をも要するものであった。

【0010】

【解決課題】ここにおいて、本発明は、かかる事情を背景として為されたものであつて、その解決課題とするところは、基体内に列状に並べて設けられた複数の加圧室の位置に対応して、基体外面に複数の膜型の圧電／電歪作動部が設けられてなる構造の圧電／電歪膜型アクチュエータにおいて、両端に位置する圧電／電歪作動部の作動特性を改善して、全ての圧電／電歪作動部において優れた作動特性が発揮され得るようにすると共に、そのような作動特性の改善されたアクチュエータの設計を容易と為し、また作製時間の短縮を図り、更には製造コストの有効な低減を図ることにある。

【0011】

【解決手段】そして、上記の課題を解決するために、本発明の特徴とするところは、(a)複数の密部が列状に並べて設けられたスペーサプレートと、該スペーサプレートの一方の側に重ね合わされて前記密部を覆蓋する閉塞プレートと、該スペーサプレートの他方の側に重ね合わされて前記密部を覆蓋する接続プレートとを、それぞれのグリーンシートにて積層形成し、一体焼成せしめて、前記密部にて加圧室を形成してなるセラミックス基体と、(b)前記閉塞プレートの外面上の各加圧室に対応する位置に、膜形成法によって順次形成された、下部電極、圧電／電歪層および上部電極からなる膜型の圧電

4

／電歪作動部とからなり、該圧電／電歪作動部によって前記加圧室の壁部の一部を変形させることにより、前記加圧室に圧力を生ぜしめるようにした圧電／電歪膜型アクチュエータにおいて、前記スペーサプレートの複数の密部の並び方向の両端のものに並べて、更にその外側に、それぞれ所定大きさの補助密部を設け、該補助密部にてダミーキャビティを前記セラミックス基体内に形成すると共に、それら補助密部に対応する前記閉塞プレート部位の外面上に、所定パターンの変位規制層を、それぞれ一体的に設けたことにある。

【0012】なお、かかる本発明に従う圧電／電歪膜型アクチュエータにおいて、有利には、前記変位規制層は、膜形成法によって、前記閉塞プレートの外面上に一体的に形成されることとなる。

【0013】また、本発明に従う圧電／電歪膜型アクチュエータの好ましい実施態様によれば、前記変位規制層は、前記圧電／電歪作動部を構成する下部電極膜および／または圧電／電歪層と同様な層にて少なくとも構成され、且つ該圧電／電歪作動部と同時に形成されていたり、また絶縁樹脂材料からなる層を含んで構成されているものである。

【0014】

【作用・効果】要するに、かかる本発明に従う構造とされた圧電／電歪膜型アクチュエータにあつては、セラミックス基体内に列状に並べて設けられた複数の加圧室の両端のものに並べて、更にその外側に、それぞれ、所定大きさの補助密部が設けられていることにより、両端の加圧室の剛性が効果的に低下せしめられ、以てその変形性が有利に高められているのである。しかも、それら補助密部(ダミーキャビティ)に対応する閉塞プレート部位の外面上には、所定パターンの変位規制層が、それぞれ一体的に設けられていることにより、かかるダミーキャビティ、ひいては両端の加圧室の剛性の微調整が効果的に行なわれ得ることとなるのである。

【0015】すなわち、補助密部(ダミーキャビティ)のサイズ(大きさ)による剛性の低下調節に加えて、変位規制層の一体的な形成によって、そのような剛性が上昇するようになることから、かかる変位規制層のパターン等を選定することによって、剛性の上昇の程度が調整され得ることとなるのであり、これによって全体としての剛性の微調整が実現され、以て両端の加圧室を含むすべての加圧室において、圧電／電歪作動部による同等の撓み変位量が得られることとなり、優れた作動特性が安定して発揮され得るのである。

【0016】従つて、例えば、かかるアクチュエータを用いたインクジェットプリントヘッドにおいては、アクチュエータの優れた作動特性に基づく優れたインク吐出性能が得られ、製品品質の向上とその安定化が有利に達成され得るのである。

【0017】このように、本発明にあつては、両端の加

(4)

特開平7-214779

5

圧室の剛性調整を、補助窓部（ダミーキャビティ）の形成と共に、変位規制層の一体的な形成によって、行なうものであるところから、かかる補助窓部（ダミーキャビティ）を所定大きさに設けて加圧室の剛性を低下せしめた状態下において、変位規制層のパターンによって、かかる剛性の上昇の程度を制御せしめることが出来るのであり、これにより加圧室の剛性の効果的な微調整が可能となり、そしてそのような変位規制層のパターン調整によって、剛性調整が出来ることにより、打抜き金型を用いた補助窓部の形状変更よりも、製造コストの上昇を著しく抑制せしめ得たのであり、しかもそのようなパターン変更は安価且つ短期間で行ない得るところから、その設計や設計変更を迅速に且つ経済的に行ない得たのである。

【0018】

【実施例】以下、本発明を更に具体的に明らかにするために、本発明の代表的な実施例について、図面を参照しつつ、詳細に説明することとする。

【0019】先ず、図1には、本発明が適用された圧電／電歪膜型アクチュエータの一例が概略的に示されており、また、図2には、その分解斜視図が示されている。そこに示されるアクチュエータ34は、それぞれ薄肉の平板形状を呈するセラミックス製の閉塞プレート56とスペーサプレート62と接続プレート58とが一体的に重ね合わされてなるセラミックス基体64と、該閉塞プレート56の外面上に膜形成された膜型の圧電／電歪作動部70とから構成されている。そして、該圧電／電歪作動部70が印加電圧に従って収縮し、その結果圧電／電歪作動部70と閉塞プレート56が全体として屈曲変形することにより、該セラミックス基体64内部に形成された加圧室36が変形せしめられて、圧力を生じるようになっている。

【0020】より具体的には、前記セラミックス基体64を構成するスペーサプレート62には、図2に示されているように、その長手方向に列に並べて、4個の矩形状の窓部68が形成されており、更にそれら窓部68の並び方向の両端のものに並べて、更にその外側には、所定の寸法形状において、ここではそれら窓部68と略同じ寸法形状の補助窓部78、78がそれぞれ形成されている。また、接続プレート58には、前記スペーサプレート62の各窓部68に対応する位置に、第一の連通孔66および第二の連通孔67が、それぞれ形成されている。

【0021】そして、前記スペーサプレート62の一方の側（図2において下側）の面に前記接続プレート58が重ね合わされると共に、その反対側（図2において上側）の面に閉塞プレート56が重ね合わされ、一体焼成により接合せしめられることによって、一体的なセラミックス基体64が構成されているのである。また、かかるセラミックス基体64の内部には、前記スペーサプレ

6

ート62の窓部68と補助窓部78の開口が両側から覆蓋されることによって、該窓部68にて、第一及び第二の連通孔66、67を通じて外部に連通された加圧室36が列に並べられて4つ形成されると共に、それら4つの加圧室36の両端のものに並べて、更にその外側に、該補助窓部78にて、所定大きさのダミーキャビティ37、ここでは加圧室36と略同じ容積の密閉空間が形成されるようになっている。

【0022】ところで、このようなセラミックス基体64は、上述せるように、セラミックスの一体焼成品として形成されるものである。即ち、具体的な製造工程としては、先ず、セラミックス原料とバインダー並びに溶媒等から調製されるセラミックスのスラリーから、ドクターブレード装置やリバースロールコーター装置等の一般的な装置を用いて、グリーンシートを成形する。次いで、必要に応じて、かかるグリーンシートに切断・切削・打ち抜き等の機械加工乃至はレーザー加工を施して、窓部68、78や第一、第二の連通孔66、67等を形成し、各プレート56、58、62の前駆体を形成する。そして、それら各前駆体を積層し、焼成することによって、一体的なセラミックス基体64が得られるのである。それ故に、かかるセラミックス基体64にあっては、特別な接着処理等を加えることなく、各プレート56、58、62の重ね合わせ面において、完全なシール性を安定して得ることが出来るのである。

【0023】なお、かかるセラミックス基体64の製造に際して、そのシール性をより安定させるために、上記の焼成前のグリーンシート上に、予め同じ材質のスラリー又はペーストを印刷若しくは塗工することが、好ましい。それにより、グリーンシート上に、該グリーンシートよりも柔らかく、圧力により押し潰され易い表面層が形成されるため、積層、加圧、焼成後に、各プレート間の密着性が増して、各プレート56、58、62の重ね合わせ面において、シール性をより安定して得ることが出来るのである。

【0024】また、このようなセラミックス基体64にあっては、接続プレート58が設けられて、加圧室36が第一、第二の連通孔66、67にて外部に連通されるようになっていることから、後述するインクノズル部材等に対するシール領域が小さくなり、接着作業性が高くなる利点を有している。更に、かかる接続プレート58の存在にて、セラミックス基体64の構造強度が高められて、焼成時の反りが良好に防止されると共に、製造時及び使用時の取扱い性が高められるようになっている。なお、補助窓部78が閉塞プレート56及び接続プレート58にて両側から密閉されると、セラミックス基体64の焼成時に、該補助窓部78にて与えられる密閉空間たるダミーキャビティ37内部の空気と外部空間の空気との間に温度変化による内外圧力差が生じて、強度的に望ましくないところから、接続プレート58に適当な連

(5)

特開平7-214779

7

通孔を形成して、各ダミーキャピティ37が外部に連通せしめられるようにすることが望ましい。

【0025】さらに、セラミックス基体64を与えるセラミックスの材質としては、公知の各種の材料が適宜に採用され、特に限定されるものではないが、成形性等の点から、アルミナ、ジルコニア等が、好適に採用される。また、閉塞プレート56、接続プレート58およびスペーサプレート62には、その焼結性や熱膨張マッチングの観点より、略同じセラミックス組成及び粒度分布のグリーンシートを用いて形成することが望ましい。

【0026】更にまた、かかるセラミックス基体64において、その閉塞プレート56の板厚は、好ましくは50 $\mu\text{m}$ 以下、より好ましくは20 $\mu\text{m}$ 以下、更に好ましくは3~12 $\mu\text{m}$ 程度とされる。また、スペーサプレート62の板厚は、一般に10 $\mu\text{m}$ 以上、好ましくは50 $\mu\text{m}$ 以上とされ、更に接続プレート58の板厚は、一般に30 $\mu\text{m}$ 以上、好ましくは50 $\mu\text{m}$ 以上、更に好ましくは100 $\mu\text{m}$ 以上とされる。

【0027】そして、該閉塞プレート56の外面上の各加圧室36に対応する部位には、それぞれ、下部電極72、圧電/電歪層74および上部電極76からなる膜状の圧電/電歪作動部70が、膜形成法によって、設けられているのである。なお、かかる電極膜（上下電極76、72）および圧電/電歪層74は、公知の各種の膜形成法、例えば、スクリーン印刷、スプレー、ディッピング、塗布等の厚膜形成手法や、イオンビーム、スパッタリング、真空蒸着、イオンプレーティング、CVD、メッキ等の薄膜形成手法によって形成されることとなる。そして、それらの膜形成は、閉塞プレート56（セラミックス基体64）の焼結前に行なうことも、或いは焼結後に行なうことも、可能である。また、この閉塞プレート56上に膜形成された下部電極72、圧電/電歪層74および上部電極76は、必要に応じて熱処理乃至は焼成されることとなるが、そのような熱処理乃至は焼成は、それぞれの膜の形成の都度、行なってもよく、或いは全部の膜を形成した後、同時に行なってもよい。

【0028】なお、かかる圧電/電歪作動部70を構成する電極膜（上下電極76、72）の材料としては、熱処理温度並びに焼成温度程度の高温酸化雰囲気能耐えられる導体であれば、特に限定されるものではなく、例えば金属単体であっても、合金であっても良い。また、絶縁性セラミックスやガラス等と、金属や合金との混合物であっても、更には導電性セラミックスであっても、何等差し支えない。一方、圧電/電歪層74の材料としては、圧電或いは電歪効果等の電界誘起歪を示す材料であれば、何れの材料であっても採用され得るものであり、結晶質の材料でも、非晶質の材料でも良い。また、半導体材料であっても、誘電体セラミックス材料や強誘電体セラミックス材料であっても、何等差し支えなく、更には分極処理が必要な材料であっても、またそれが不必要

8

な材料であっても良いのである。これら電極膜（72、76）の材料や圧電/電歪層74の材料は、何れも、公知のものが適宜に採用されることとなるが、特に特開平5-29675号公報や特開平5-270912号公報等に明らかにされているものが有利に用いられることとなる。

【0029】また、上記の如くして形成される圧電/電歪作動部70の厚さは、一般に100 $\mu\text{m}$ 以下、好ましくは60 $\mu\text{m}$ 以下とされる。また、電極膜（上下電極76、72）の厚さは、一般に20 $\mu\text{m}$ 以下、好ましくは5 $\mu\text{m}$ 以下とされる。更に、圧電/電歪層74の厚さは、低作動電圧で大きな変位等を得るために、一般に50 $\mu\text{m}$ 以下、好ましくは3 $\mu\text{m}$ ~40 $\mu\text{m}$ 程度とされる。

【0030】そして、このようにして形成された圧電/電歪作動部70にあつては、閉塞プレート56を基板としていることから、薄い板厚においても機械的強度および靱性を有利に確保することができるのである。加えて、膜形成法によって形成されることから、閉塞プレート56上に多数個、微細な間隔を隔てて、接着剤等を用いずに同時に且つ容易に形成することができるのである。

【0031】ところで、本発明にあつては、図2に示されているように、閉塞プレート56の外面に設けられた圧電/電歪作動部70の配列方向における両端のもの更に外側に、補助窓部78（ダミーキャピティ37）に対応して、変位規制層60、60が、それぞれ、所定パターンにて一体的に設けられている。このような変位規制層60を閉塞プレート56の外面上に一体的に形成したことによって、当該部分の剛性が高まり、延いては両端加圧室36、36の圧電/電歪作動部70、70による変形が調節されることとなるのである。

【0032】なお、かかる変位規制層60は、公知の各種の手法によって形成され得るものであるが、有利には、圧電/電歪作動部70、具体的には下部電極72、圧電/電歪層74、上部電極76の形成に際して採用される手法と同様な膜形成法によって、閉塞プレート56の外面上に一体的に形成せしめられる。けだし、膜形成法を採用すれば、変位規制層60を圧電/電歪作動部70と同時に形成することが出来、作業工数の低減、更には製造コストの上昇を抑制することが出来ると共に、パターン設計も容易となるからである。特に、圧電/電歪作動部70との同時形成の利益を充分に享受するには、変位規制層60が、前記圧電/電歪作動部70と同様な下部電極72の層および/または圧電/電歪層74からなる層にて少なくとも構成されていることが望ましく、中でも下部電極72および圧電/電歪層74、或いはそれらに加えて上部電極76を設けた積層構造が、特に有利に採用されることとなる。

【0033】また、このような変位規制層60は、配列



(6)

特開平7-214779

9

10

された圧電／電歪作動部70、70間を電気的に絶縁するために用いられる絶縁樹脂材料を使用して、そのような絶縁樹脂材料からなる層を含んで構成することも可能であり、例えば、該絶縁樹脂材料層のみにて変位規制層60を構成する他、圧電／電歪作動部70を与える下部電極72、圧電／電歪層74および上部電極76の内の少なくとも一つと共に形成してなる積層構造において構成することも可能である。なお、この絶縁樹脂材料としては、所定の硬度を有し、スクリーン印刷等の膜形成法の適用が可能で、絶縁性を有する樹脂ならば特に限定されないが、好ましくはヤング率が $1\text{ kg/mm}^2$ 以上、 $1000\text{ kg/mm}^2$ 以下の材料が有利に選択され、その中でもアクリル樹脂やエポキシ樹脂等の熱硬化型樹脂が好適に採用されることとなる。また、絶縁性と成膜性の点から、例えば各種のソルダーレジストも好適に用いられ得るものである。

【0034】さらに、かかる変位規制層60は、補助窓部78、換言すればダミーキャビティ37の存在によって低下せしめられる剛性を制御するものであるところから、そのパターンは、かかるダミーキャビティ37による剛性低下の度合いによって適宜に選定されることとなる。そして、この変位規制層60のパターンの大きさによって、剛性の上昇の度合いが制御され、以てダミーキャビティ37と共に働いて、両端の加圧室36、36の変位特性が調整されるのである。なお、変位規制層60の厚さも加圧室36の剛性にある程度影響し、その厚さが厚くなれば、剛性もより高くなるようになるが、その厚さとしては、一般に $70\text{ }\mu\text{m}$ 以下、好ましくは $50\text{ }\mu\text{m}$ 以下とされることとなる。ただし、変位規制層60の厚さが余りにも厚くなり過ぎると、その形成工程中において、クラックや剥離等の問題が惹起され易くなるからである。

【0035】かくして得られるアクチュエータ34にあっては、列状に並べて設けられた4つの加圧室36（窓部68に対応）の両端のものに並べて、更にその外側に、所定の寸法形状に設計されたダミーキャビティ37（補助窓部78に対応）が、それぞれ設けられているところから、その両端の加圧室36の剛性が効果的に低下せしめられている一方、かかるダミーキャビティ37に対応する閉塞プレート56の外面上の部位に、変位規制層60が所定パターンにて一体的に形成されていることによって、剛性が適度に高められ、以てそれらダミーキャビティ37及び変位規制層60が共働して、両端の加圧室36の変形性を調整して、4つの圧電／電歪作動部70による変位量、換言すれば各加圧室36の変形量が均一化せしめられ、これにより優れた作動特性が安定して得られることとなったのである。加えて、圧電／電歪作動部70の焼成時に、加圧室36を画成する閉塞プレート56との間において、圧電／電歪材料が焼結・緻密化する際の焼成収縮に伴う応力、並びに熱膨張率差に

基づく熱応力が生じ、これにより両端の圧電／電歪作動部70が特に性能低下するようになるが、前記した補助窓部78（ダミーキャビティ37）の形成によって、そのような両端の圧電／電歪作動部70の性能低下の問題も有利に解消乃至は緩和されることとなったのである。

【0036】しかも、両端の加圧室36の剛性が、変位規制層60のパターンの変更にて、微調整され得ることとなったところから、補助窓部78（ダミーキャビティ37）の形状変更のみによる場合の如き、多くの時間や費用が掛かる問題を有利に解消し得ることとなったのである。即ち、閉塞プレート56の外面上に変位規制層60を形成するのみであり、しかもそのような変位規制層60のパターン変更のみで剛性の調整が行なわれ得ることにより、製造コストの上昇は効果的に抑制され、また、パターン変更は補助窓部78の形状変更よりも安価且つ短期間で実施され、その初期設計や設計変更を迅速且つ安価に行ない得るのである。

【0037】ところで、かかるアクチュエータ34は、例えばインクジェットプリントヘッドのインクポンプとして利用することができ、図3には、上述の如きアクチュエータ34とインクノズル部材とが一体的に接合されて、構成されたインクジェットプリントヘッドの一例が示されている。そこにおいて、32は、アクチュエータ34と共にインクジェットプリントヘッド30を構成するインクノズル部材であり、図4に示されているように、それぞれ薄肉の平板形状を呈するノズルプレート38とオリフィスプレート40が、それらの間に流路プレート42を挟んで重ね合わされ、接着剤によって一体的に接合された構造を有している。

【0038】より詳細には、オリフィスプレート40には、前記アクチュエータ34の第一の連通孔66、第二の連通孔67に対応する位置に、それぞれ、通孔46、オリフィス孔48が形成されると共に、後述するインク供給流路52にインクを供給する供給孔54が形成されている。また、流路プレート42には、オリフィスプレート40の通孔46に対応する位置に、通孔47が形成されると共に、オリフィスプレート40の4つのオリフィス孔48及び供給孔54に連通する窓部50が形成されている。更に、ノズルプレート38には、流路プレート42の通孔47に対応する位置に、インク噴出用のノズル孔44が形成されている。

【0039】そして、それら各プレート38、40、42が重ね合わされて、適当な接着剤にて一体的に接合せしめられることにより、インクノズル部材32が形成されているのであり、また前記流路プレート42に設けられた窓部50が、ノズルプレート38およびオリフィスプレート40にて両側から覆蓋されることにより、インク供給流路52が形成されているのである。

【0040】なお、かかるインクノズル部材32を構成する各プレート38、40、42の材質は、特に限定さ

(7)

特開平7-214779

11

れるものではないが、ノズル孔44およびオリフィス孔48を高い寸法精度で形成するうえで、一般にプラスチックや、ニッケル乃至ステンレスといった金属が好適に採用される。また、オリフィス孔48は、供給されるインクに対して逆止弁の如き作用を為さしめるため、例えば、図3に示されているように、インク流通方向に向って小径化するテーパ形状をもって、形成することが望ましい。

【0041】そして、かかるインクノズル部材32が、前記アクチュエータ34に対して適当な接着剤を用いて一体的に接合されることによって、目的とするインクジェットプリントヘッド30が形成されるのであり、前記供給孔54よりインク供給流路52に供給されたインクは、アクチュエータ34の圧電/電歪作動部70の作動に基づいて、インクノズル部材32のオリフィス孔48を通じて、アクチュエータ34の加圧室36に供給されると共に、該加圧室36より通孔46, 47を通じて導かれ、ノズル孔44より外部に噴出せしめられるようになっているのである。

【0042】なお、インクノズル部材32とアクチュエータ34の接着に用いられる接着剤としては、特に限定はなく、ビニル系、アクリル系、ポリアミド系、フェノール系、レゾルシノール系、ユリア系、メラミン系、ポリエステル系、エポキシ系、フラン系、ポリウレタン系、シリコーン系、ゴム系、ポリイミド系、ポリオレフィン系等の何れでも良い。但し、本実施例の如くプリントヘッドを構成する場合には、インクに対する耐久性のある接着剤を選択する。

【0043】また、接着剤の形態は、量産性の点から、高粘性のペーストタイプかシートタイプが優れており、また加熱時間の短いホットメルト接着型か、或いは室温硬化接着型がより望ましい。そして、特に好適には、スクリーン印刷が可能な弾性エポキシ接着剤やシリコーン系接着剤、或いはシリコーン樹脂を配合したエポキシ系接着剤、又は打抜き加工が可能なシート形状ホットメ

12

ルトタイプのポリオレフィン系接着剤やポリエステル系接着剤等が用いられることとなる。

【0044】このような構造を有するインクジェットプリントヘッド30では、アクチュエータ34が上述の如き優れた作動特性を安定して発揮するものであるところから、良好なインクポンプ機能が発揮され得て、優れたインク吐出特性が安定して得られることとなったのである。

【0045】因みに、図1～2に示される如き構造を有し、No. 1からNo. 7までの7つの加圧室36が一行に並べて設けられると共に、両端（No. 1, No. 7）の加圧室36に並べて、更にその外側に、補助密部78にて閉塞空間たるダミーキャビティ37が形成され、更にこのダミーキャビティ37に対応する閉塞プレート56の外面上の部位に、圧電/電歪作動部70を構成する下部電極72と圧電/電歪層74と同様な二つの層からなる変位規制層60が膜形成法にて該圧電/電歪作動部70と同時に設けられてなるアクチュエータ34を製造して、各加圧室36（No. 1～No. 7）に対応して設けられた各圧電/電歪作動部70に電圧を印加した際の撓み変位量を、レーザドップラー計測機で測定した。また、比較例として、7つの加圧室36が上記と同様に一行に並べて設けられる一方、補助密部78が設けられることのないアクチュエータ、並びにそのような補助密部78（従って、ダミーキャビティ37）は設けられているが、変位規制層60が設けられていないアクチュエータをそれぞれ製造して、各加圧室36に対応して設けられた各圧電/電歪作動部70について電圧を印加し、同様にして、各加圧室壁の撓み変位量を測定した。そして、それらの結果を、併せて、下記表1に示した。なお、何れのアクチュエータにおいても、補助密部78の形状は、密部68と同一とした。

【0046】

【表1】

			電圧印加時の各圧電／電歪作動部による 加圧室壁の撓み変位量（μm）								
			加圧室（3・6）番号								
			1	2	3	4	5	6	7		
	ダミー キャピ ティ (37)	変位規 制層 (60)	有	有	0.25	0.26	0.25	0.27	0.26	0.26	0.26
比較例	有	無	0.28	0.26	0.25	0.25	0.26	0.26	0.26	0.29	
	無	無	0.19	0.25	0.26	0.25	0.27	0.26	0.26	0.20	

【0047】かかる表1の結果より明らかなように、複数の加圧室36の両端のものに並べて、その外側に、更

( 8 )

特開平 7-214779

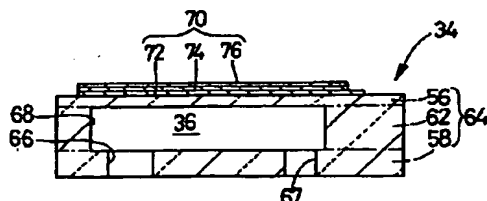
13

に、補助窓部 78 によるダミーキャビティ 37 を設け、且つ閉塞プレート 56 の外面上に変位規制層 60 を設けた場合には、両端の圧電／電歪作動部 70 の作動による撓み変位量が、内側の圧電／電歪作動部 70 のものにほぼ等しくなり、作動特性のばらつきの少ないアクチュエータが得られているのに対して、ダミーキャビティ 37 及び変位規制層 60 を設けなかった場合にあっては、両端の圧電／電歪作動部 70 による撓み変位量が大幅に小さくなり、作動特性が著しく低下していることが認められる。また、ダミーキャビティ 37 のみを設けた場合にあっては、そのダミーキャビティ 37 の大きさが不適切なものであったために、両端の加圧室 36 の剛性が低くなり過ぎて、圧電／電歪作動部 70 による撓み変位量が大きくなり過ぎ、その場合においても、作動特性がばらつくこととなるのである。

【0048】以上、本発明の代表的な実施例について詳述してきたが、本発明が、かかる実施例の記載によって、何等の制約をも受けるものでないことは、言うまでもないところである。また、本発明には、上記の実施例の他にも、本発明の趣旨を逸脱しない限りにおいて、当業者の知識に基づいて種々なる変更、修正、改良等を加え得るものであることが、理解されるべきである。

【0049】例えば、アクチュエータ 34 の構成は、前記実施例のものに何等限定されるものではなく、公知の各種の構造が採用され得るものであり、また、アクチュエータ 34 における加圧室 36 及び圧電／電歪作動部 70 の形状、形成位置、形成数等にあっても、何等限定されるものではなく、両端が形成される列状に配置されている限りにおいて、目的に応じて適宜に選定され得るのである。また、前記実施例では、補助窓部 78 (ダミーキャビティ 37) は、複数の窓部 68 の並び方向の両端のものに並べて、その外側に各一つずつ形成したが、必ずしも一つに限らず、それ以上の個数において設けることも可能であり、更にそのような複数の窓部 78 に対

【図 1】



14

して、本発明に従う変位規制層 60 は、少なくとも一つ若しくはそれ以上の対応部位において、設けられることとなる。

【0050】そして、本発明のアクチュエータは、上述の構造のもの以外にも、各種構造のインクジェットプリントヘッドのインクポンプとして利用される他、マイクロポンプ、圧電スピーカー、センサー、振動子、発振子、フィルター等としても、有利に用いられ得るものである。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の一実施例としての圧電／電歪膜型アクチュエータを示す縦断面説明図である。

【図 2】図 1 のアクチュエータの構造を説明するための分解斜視図である。

【図 3】図 1 のアクチュエータを用いて構成されたインクジェットプリントヘッドの一例を示す縦断面説明図である。

【図 4】図 3 のインクジェットプリントヘッドのインクノズル部材の構造を説明するための分解斜視図である。

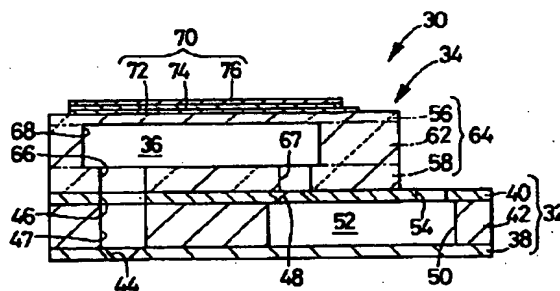
【図 5】従来のインクジェットプリントヘッドの一具体例を示す縦断面説明図である。

【図 6】図 5 における V I - V I 断面説明図である。

#### 【符号の簡単な説明】

30	インクジェットプリントヘッド	34	アクチュエータ
32	インクノズル部材	36	加圧室
37	ダミーキャビティ	38	ノズルプレート
40	オリフィスプレート	42	流路プレート
44	ノズル孔	48	オリフィス孔
52	インク供給流路	56	閉塞プレート
58	接続プレート	60	変位規制層
62	スペーサプレート	64	セラミックス基体
66	第一の連通孔	67	第二の連通孔
68	窓部	70	圧電／電歪作動部
78	補助窓部		

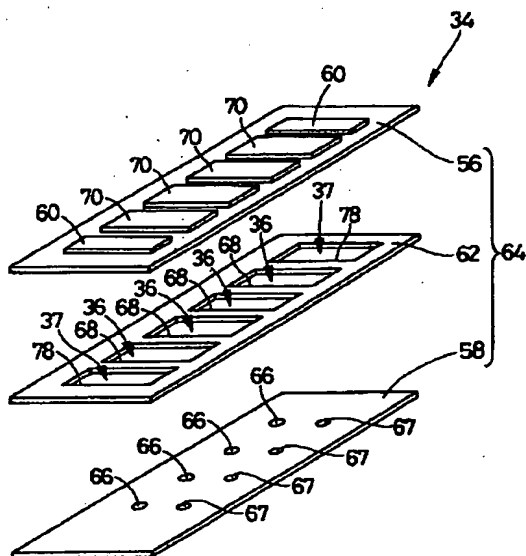
【図 3】



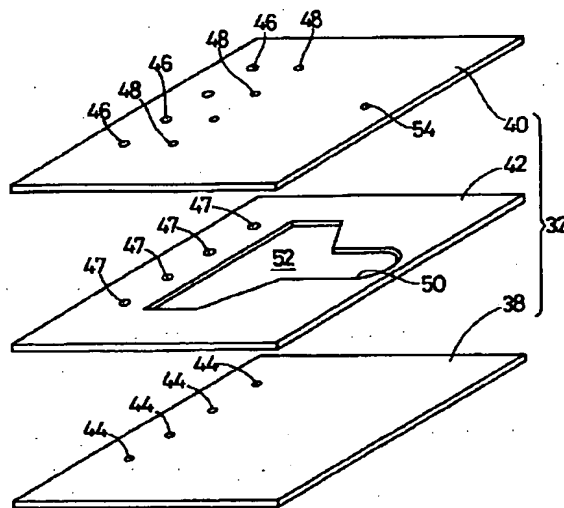
( 9 )

特開平 7 - 2 1 4 7 7 9

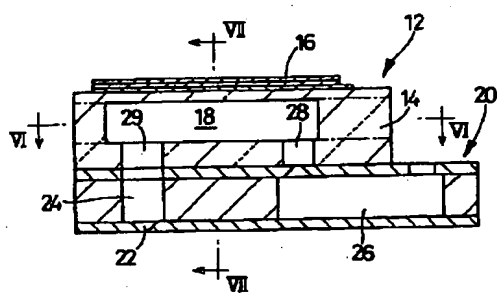
【図 2】



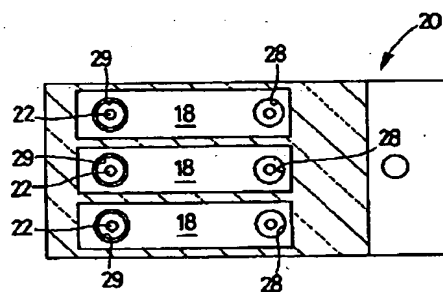
【図 4】



【図 5】



【図 6】



**\* NOTICES \***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] (a) A spacer plate with which two or more window parts arranged in the shape of a train, and were prepared A lock out plate which puts on this one spacer plate side, and covers said window part A ceramic base which carries out laminating formation with each green sheet, is made to really calcinate a connection plate which puts on an another side side of this spacer plate, and covers said window part, and comes to form a pressurized room in said window part (b) A lower electrode, the piezo-electricity / electrostriction layer, and an up electrode by which sequential formation was carried out by the film forming method in a location corresponding to each pressurized room on an outside surface of said lock out plate Are piezo-electricity / electrostriction membrane type actuator equipped with the above, and it arranges to a thing of ends of the direction of a list of two or more window parts of said spacer plate. Furthermore, while preparing an auxiliary window part of predetermined magnitude in the outside, respectively and forming a dummy cavity in said ceramic base in this auxiliary window part It is characterized by preparing a displacement regulation layer of a predetermined pattern respectively in one on an outside surface of said lock out plate part corresponding to these auxiliary window part.

[Claim 2] The piezo-electricity / electrostriction membrane type actuator according to claim 1 by which said displacement regulation layer is formed in one on an outside surface of said lock out plate by the film forming method.

[Claim 3] The piezo-electricity / electrostriction membrane type actuator according to claim 1 or 2 with which said displacement regulation layer consists of a lower electrode, and/or the piezo-electricity / electrostriction layer which constitutes said piezo-electricity / electrostriction actuation section, and same layer at least, and is formed in this piezo-electricity / electrostriction actuation section, and coincidence.

[Claim 4] The piezo-electricity / electrostriction membrane type actuator according to claim 1 or 2 constituted including a layer which said displacement regulation layer turns into from an insulating resin material.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DETAILED DESCRIPTION

## [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] crookedness [ mold / of the structure of this invention relating to piezo-electricity / electrostriction membrane type actuator, especially coming to prepare two or more piezo-electricity / electrostriction actuation sections / a uni-morph mold, a bimorph mold, etc. ] -- it is also related with the structure using [ and ] it as an ink pump member about the piezo-electricity / electrostriction membrane type actuator of the type made to generate a variation rate.

[0002]

[Background of the Invention] In recent years, the thing to which it was made to change the volume of this pressurized room is known with the variation rate of the piezo-electricity / electrostriction actuation section prepared in the pressurized-room wall as one of the devices which raises the pressure in the pressurized room formed in the interior of the base of an actuator. And it is used as an ink pump of the print head used for an ink jet printer etc., and ink is supplied, and by raising the pressure in the pressurized room with which it filled up with the variation rate of piezo-electricity / electrostriction actuation section, from the nozzle hole which is open for free passage to a pressurized room, such an actuator hammers out an ink particle (drop) and prints it.

[0003] Also in this invention persons, it sets to Japanese Patent Application No. No. 160204 [ four to ] previously as one of the ink jet print heads using the actuator of such structure. Really calcinate the laminated material of two or more ceramic green sheets, and obtain the base of an actuator. While really which comes to form a predetermined pressurized room in the interior constituting from a burned product, the actuator structure which comes to carry out film formation of piezo-electricity / the electrostriction actuation section was adopted on the outside surface of the pressurized-room wall of such a ceramic base, and that in which a predetermined ink nozzle member carries out the adhesion unification of it was proposed.

[0004] As shown in drawing 5 and drawing 6 , the ink pump member 12 as an actuator consists of a ceramic base 14 which carries out the laminating of the ceramic green sheet, and really comes to calcinate it, and the piezo-electricity / electrostriction actuation section 16 of two or more membrane types formed by the film forming method on the outside surface, and, specifically, the pressurized room 18 is formed in the interior corresponding to this piezo-electricity / electrostriction actuation section 16, respectively. And the ink nozzle member 20 such an ink pump member 12 is made to paste It has two or more nozzle holes 22, the passage 24 for an ink blowout, and the passage 26 for ink supply. Make the ink led from the outside in this passage 26 for ink supply supply through the free passage hole 28 in each pressurized room 18 of the ink pump member 12, and according to deformation of the wall of the pressurized room 18 by actuation of piezo-electricity / electrostriction actuation section 16 The interior of a pressurized room 18 is made to produce a pressure, with ink is made to spout from the nozzle hole 22 through the free passage hole 29 and the passage 24 for an ink blowout.

[0005] And recently, the pitch between nozzles is made finer, and in the base 14 of the ink pump member 12 as an actuator, in a very narrow pitch, many pressurized rooms 18 are put in order and it is

coming to form in order to realize a minute and quality ink jet print head.

[0006] However, in the ink jet print head using the actuator (12) of the structure like \*\*\*\*, the operational characteristic of the thing of the ends of two or more piezo-electricity / electrostriction actuation sections 16 put in order and established in the single tier corresponding to two or more pressurized rooms 18 was inherent in the inferior problem as compared with the piezo-electricity / electrostriction actuation section located among them.

[0007] In the actuator (12) of the \*\*\*\* structure more specifically mentioned above driver voltage predetermined to each piezo-electricity / electrostriction actuation section 16 -- impressing -- bending of each actuation section (septum which forms a pressurized room 18) -- a variation rate -- if an amount is measured -- the variation rate of the actuation section of ends -- the variation rate of the actuation section to which an amount is located among them -- an amount -- about 30 percent -- small -- becoming -- a substantially small variation rate -- an amount is shown. And when the operational characteristic (bending a variation rate amount) of two or more piezo-electricity / electrostriction actuation sections 16 which can be set to an actuator (12) in this way varies, in the ink jet print head using this actuator as an ink pump member 12, the problem to which the ink discharging performance in two or more nozzle holes 22 invites deterioration of dispersion and product quality will be caused.

[0008] this invention persons repeat examination further and a dummy cavity is prepared in the outside of the thing of the ends of the pressurized-room train established by standing in a row as Japanese Patent Application No. No. 59670 [ five to ], respectively. Then, by existence of the dummy cavity The actuator of the structure which becomes the same as compared with the piezo-electricity / electrostriction actuation section of the inside to which the rigidity of the pressurized room of ends is made to fall, with the displacement property of the piezo-electricity / electrostriction actuation section of ends is located among them was proposed.

[0009] however , if it be in the actuator of the structure of prepare this dummy cavity in ends , in order to make comparable the property between the thing of the ends of the train of installed its piezo-electricity / electrostriction actuation section , and the thing locate in that inside , the configuration or magnitude of a dummy cavity must be select suitably , and in order to have to adjust it by trial and error , it be inherent again in the problem which require time amount and costs at the time of a preliminary design or a design change . the case where the window part which gives a pressurized room especially is formed by the blanking method of a green sheet -- setting -- the metal mold for the blanking -- various preparations -- it must carry out -- therefore, such blanking -- public funds -- while the fabrication of a mold took great costs, it was what also requires much time amount.

[0010]

[Problem(s) to be Solved] The place which succeeds in this invention against the background of this situation, and is made into the solution technical problem in here In the piezo-electricity / electrostriction membrane type actuator of the structure of coming to prepare the piezo-electricity / electrostriction actuation section of two or more membrane types in a base outside surface corresponding to the location of two or more pressurized rooms which arranged in the shape of a train and were prepared in the base While the operational characteristic which has improved the operational characteristic of the piezo-electricity / electrostriction actuation section located in ends, and was excellent in all piezo-electricity / electrostriction actuation sections may be demonstrated It is shown in succeeding that it is easy in layout of the actuator with which such operational characteristic has been improved, and aiming at compaction of production time amount, and aiming at effective reduction of a manufacturing cost further.

[0011]

[Means for Solution] In order to solve the above-mentioned technical problem, and a place by which it is characterized [ of this invention ] (a) A spacer plate with which two or more window parts arranged in the shape of a train, and were prepared, and a lock out plate which puts on this one spacer plate side, and covers said window part, A ceramic base which carries out laminating formation with each green sheet, is made to really calcinate a connection plate which puts on an another side side of this spacer plate, and covers said window part, and comes to form a pressurized room in said window part, (b) Sequential formation was carried out by the film forming method in a location corresponding to each pressurized

room on an outside surface of said lock out plate. By consisting of piezo-electricity / the electrostriction actuation section of a membrane type which consists of a lower electrode, piezo-electricity / electrostriction layer, and an up electrode, and making a part of wall of said pressurized room transform by this piezo-electricity / electrostriction actuation section In the piezo-electricity / electrostriction membrane type actuator it was made to make said pressurized room produce a pressure While arranging to a thing of ends of the direction of a list of two or more window parts of said spacer plate, preparing an auxiliary window part of predetermined magnitude in the outside further, respectively and forming a dummy cavity in said ceramic base in this auxiliary window part It is in having prepared a displacement regulation layer of a predetermined pattern respectively in one on an outside surface of said lock out plate part corresponding to these auxiliary window part.

[0012] In addition, in the piezo-electricity / electrostriction membrane type actuator according to this invention, said displacement regulation layer will be advantageously formed in one on an outside surface of said lock out plate by the film forming method.

[0013] Moreover, according to the desirable embodiment of the piezo-electricity / electrostriction membrane type actuator according to this invention, it is formed in this piezo-electricity / electrostriction actuation section, and coincidence, and said displacement regulation layer is constituted including a layer which consists of a lower electrode layer, and/or the piezo-electricity / electrostriction layer which constitutes said piezo-electricity / electrostriction actuation section, and same layer at least, and consists of an insulating resin material.

[0014]

[Function and Effect] The rigidity of the pressurized room of ends is made to fall effectively by arranging to the thing of the ends of two or more pressurized rooms which arranged to the shape of a train in the ceramic base, and were prepared if it was in the piezo-electricity made into the structure of in short following this this invention / electrostriction membrane type actuator, and preparing the auxiliary window part of predetermined magnitude in the outside further, respectively, with the deformans is raised advantageously. And rigid fine adjustment of the pressurized room of this dummy cavity, as a result ends may be effectively performed by preparing the displacement regulation layer of a predetermined pattern respectively in one on the outside surface of the lock out plate part corresponding to these auxiliary window part (dummy cavity).

[0015] To the rigid lowering accommodation by the size (magnitude) of an auxiliary window part (dummy cavity), namely, by in addition, one-formation of a displacement regulation layer From the place where such rigidity comes to rise, by selecting the pattern of this displacement regulation layer etc. In all the pressurized rooms that the degree of rigid lifting may be adjusted, and rigid fine adjustment as the whole is realized by this, with include the pressurized room of ends It will bend, the amount of displacement will be obtained, the equivalent outstanding operational characteristic by piezo-electricity / electrostriction actuation section is stabilized, and it may be demonstrated.

[0016] The outstanding ink discharging performance based on the operational characteristic which followed, for example, was excellent in the actuator in the ink jet print head using this actuator is obtained, and improvement and its stabilization of product quality may be attained advantageously.

[0017] If it is in this invention, rigid adjustment of the pressurized room of ends thus, with formation of an auxiliary window part (dummy cavity) In the bottom of the condition of having prepared this auxiliary window part (dummy cavity) in predetermined magnitude, and having made the rigidity of a pressurized room falling by one-formation of a displacement regulation layer from the place which is what is performed The degree of lifting of this rigidity can be made to control by the pattern of a displacement regulation layer, and effective fine adjustment of the rigidity of a pressurized room is attained by this. By and such pattern adjustment of a displacement regulation layer When rigid adjustment can be performed, rather than configuration modification of the auxiliary window part using blanking metal mold Lifting of a manufacturing cost might be made to control remarkably and, moreover, such pattern modification could perform the layout and design change promptly and economically from cheap and the place which can be performed for a short period of time.

[0018]



[Example] Hereafter, in order to clarify this invention still more concretely, suppose that it explains to details about the typical example of this invention, referring to a drawing.

[0019] First, an example of the piezo-electricity / electrostriction membrane type actuator with which this invention was applied is roughly shown in drawing 1 , and the decomposition perspective diagram is shown in drawing 2 . The actuator 34 shown there consists of a ceramic base 64 with which the lock out plate 56, the spacer plate 62, and the connection plate 58 made from the ceramics which present the plate configuration of thin meat, respectively pile up in one, and it comes to unite them, and the piezo-electricity / electrostriction actuation section 70 of the membrane type by which film formation was carried out on the outside surface of this lock out plate 56. And when this piezo-electricity / electrostriction actuation section 70 contract according to applied voltage and piezo-electricity / electrostriction actuation section 70, and the lock out plate 56 deform by flexion as a whole as a result, the pressurized room 36 formed in the ceramic base 64 interior of this is made to deform, and a pressure is produced.

[0020] it arranges to the longitudinal direction at a single tier, and the window part 68 of the shape of four rectangle forms as more specifically shown in the spacer plate 62 which constitutes said ceramic base 64 at drawing 2 -- having -- \*\*\*\* -- further -- the thing of the ends of the direction of a list of these window parts 68 -- arranging -- a size configuration further predetermined to the outside -- setting -- here -- these window parts 68 and abbreviation -- the auxiliary window parts 78 and 78 of the same size configuration are formed, respectively. Moreover, the first free passage hole 66 and the second free passage hole 67 are formed in the location corresponding to each window part 68 of said spacer plate 62 at the connection plate 58, respectively.

[0021] And while said connection plate 58 puts on one near (it sets to drawing 2 and is the bottom) field of said spacer plate 62, when the lock out plate 56 puts on the field of the opposite hand (it sets to drawing 2 and is an upside) and it is made to really join by baking, the one ceramic base 64 is constituted. moreover, inside this ceramic base 64 By covering the opening of the window part 68 of said spacer plate 62, and the auxiliary window part 78 from both sides While the pressurized room 36 opened for free passage outside through the first and second free passage holes 66 and 67 by this window part 68 is put in order by the single tier and formed four the thing of the ends of these four pressurized rooms 36 -- arranging -- further -- the outside -- this auxiliary window part 78 -- the dummy cavity 37 of predetermined magnitude, and here -- a pressurized room 36 and abbreviation -- the closed space of the same capacity is formed.

[0022] by the way, such a ceramic base 64 -- the above-mentioned \*\*\*\* -- it is formed as an one burned product of the ceramics like. That is, as a concrete manufacturing process, a green sheet is first fabricated using common equipments, such as doctor blade equipment and reverse roll coater equipment, from the slurry of a ceramic raw material and the ceramics prepared by the binder list from a solvent etc. Subsequently, if needed, machining or laser processing of cutting, a cut, punching, etc. is performed to this green sheet, the second free passage hole 66 and 67 grades are formed window parts 68 and 78 and for a start, and the precursor of each plates 56, 58, and 62 is formed. And the one ceramic base 64 is obtained by carrying out the laminating of each [ these ] precursor, and calcinating it. So, without adding special adhesion processing etc., if it is in this ceramic base 64, in the superposition side of each plates 56, 58, and 62, it is stabilized and perfect seal nature can be obtained.

[0023] In addition, in order to stabilize the seal nature more on the occasion of manufacture of this ceramic base 64, it is desirable printing or to carry out coating of the slurry or paste of the same construction material beforehand on the green sheet before the above-mentioned baking. Since the surface layer which is softer than this green sheet and tends to be crushed by the pressure is formed on a green sheet by that cause, after a laminating, application of pressure, and baking, the adhesion between each plate increases, in the superposition side of each plates 56, 58, and 62, it is stabilized more and seal nature can be obtained.

[0024] Moreover, if it is in such a ceramic base 64, the connection plate 58 is formed and it has the advantage to which the seal field to the ink nozzle member mentioned later becomes small, and adhesion workability becomes high from a pressurized room 36 being opened for free passage outside with the

second free passage hole 66 and 67 for a start. Furthermore, while the structure reinforcement of the ceramic base 64 is raised and the curvature at the time of baking is prevented good in existence of this connection plate 58, the handling nature at the time of manufacture and an activity is raised. In addition, if the auxiliary window part 78 is sealed from both sides on the lock out plate 56 and the connection plate 58 The inside-and-outside pressure differential by the temperature change arises between the air of the closed-space slack dummy cavity 37 interior and the air of outer space which are given by this auxiliary window part 78 at the time of baking of the ceramic base 64. It is desirable to form the suitable free passage hole for the connection plate 58, and for each dummy cavity 37 to be made to be made open for free passage from the place which is not desirable in reinforcement by the exterior.

[0025] Furthermore, although various kinds of well-known materials are adopted suitably and are not especially limited as construction material of the ceramics which gives the ceramic base 64, an alumina, a zirconia, etc. are suitably adopted from points, such as a moldability. moreover -- the lock out plate 56, the connection plate 58, and the spacer plate 62 -- the degree of sintering and viewpoint of thermal-expansion matching -- abbreviation -- it is desirable to form using the green sheet of the same ceramic presentation and particle size distribution.

[0026] Furthermore, in this ceramic base 64, 50 micrometers or less of 20 micrometers or less of board thickness of the lock out plate 56 are more preferably set to about 3-12 micrometers still more preferably again. Moreover, generally 10 micrometers or more of board thickness of the spacer plate 62 are preferably set to 50 micrometers or more, and, generally 30 micrometers or more of 50 micrometers or more of board thickness of the connection plate 58 are further set to 100 micrometers or more still more preferably preferably.

[0027] And the piezo-electricity / electrostriction actuation section 70 of the shape of a film which consists of the lower electrode 72, piezo-electricity / electrostriction layer 74, and an up electrode 76 are formed in the part corresponding to each pressurized room 36 on the outside surface of this lock out plate 56 by the film forming method, respectively. In addition, this electrode layer (vertical electrodes 76 and 72), and the piezo-electricity / electrostriction layer 74 will be formed of the thin film formation technique, such as the thick-film formation technique, such as various kinds of well-known film forming methods, for example, screen-stencil, a spray, dipping, and spreading, and an ion beam, sputtering, vacuum deposition, ion plating, CVD, plating. And it is also possible to also perform those film formation before sintering of the lock out plate 56 (ceramic base 64) or to carry out after sintering. Moreover, although heat-treated or calcinated if needed, the lower electrode 72, the piezo-electricity / electrostriction layer 74, and the up electrode 76 by which film formation was carried out on this lock out plate 56 may be simultaneously performed, after performing such heat treatment or baking at every formation of each film or forming all films.

[0028] In addition, as long as it is the conductor which can bear a heat treatment temperature list at the high-temperature-oxidation ambient atmosphere of a burning-temperature degree as a material of the electrode layer (vertical electrodes 76 and 72) which constitutes this piezo-electricity / electrostriction actuation section 70, it may not be limited especially, and may be a metal simple substance, for example, you may be an alloy. Moreover, even if it is the mixture of the insulating ceramics, glass, etc. and a metal and an alloy, and it is the conductive ceramics further, it does not interfere at all. On the other hand, as long as it is the material in which the electric-field induction distortion of piezo-electricity or an electrostrictive effect is shown as a material of piezo-electricity / electrostriction layer 74, it may be adopted even if it is which material, and an amorphous material is sufficient also as the material of a crystalline substance. Moreover, even if it is a semiconductor material and is a dielectric ceramic material and a ferroelectric ceramic material, it may not interfere at all, and may be the material which still needs polarization processing, or it may be an unnecessary material. That by which each of materials of these electrode layers (72 76) and materials of piezo-electricity / electrostriction layer 74 is made especially clear to JP,5-29675,A, JP,5-270912,A, etc. although a well-known thing will be adopted suitably will be used advantageously.

[0029] Moreover, generally the thickness of the piezo-electricity / electrostriction actuation section 70 which are formed by carrying out is 100 micrometers like the above. It may be 60 micrometers or less

preferably hereafter. Moreover, generally 20 micrometers or less of thickness of an electrode layer (vertical electrodes 76 and 72) are preferably set to 5 micrometers or less. in order that [ furthermore, ] the thickness of piezo-electricity / electrostriction layer 74 may obtain a big variation rate etc. by low operating potential -- general -- 50 micrometers the following -- desirable -- 3 micrometers - 40 micrometers It considers as a degree.

[0030] And if it is in the piezo-electricity / electrostriction actuation section 70 formed by doing in this way, also in thin board thickness, a mechanical strength and toughness are advantageously securable from using the lock out plate 56 as a substrate. In addition, since it is formed by the film forming method, on the lock out plate 56, a detailed gap can be separated and a large number can be formed that it is simultaneous and easily, without using adhesives etc.

[0031] by the way, the thing of the ends in the array direction of piezo-electricity / electrostriction actuation section 70 established in the outside surface of the lock out plate 56 as shown in drawing 2 if it was in this invention -- further -- an outside -- the auxiliary window part 78 (dummy cavity 37) -- corresponding -- a variation rate -- the regulation layers 60 and 60 are formed in one by the predetermined pattern, respectively. By having formed such a displacement regulation layer 60 in one on the outside surface of the lock out plate 56, the rigidity of the portion concerned will increase, as a result deformation by the piezo-electricity / electrostriction actuation sections 70 and 70 of the ends pressurized rooms 36 and 36 will be adjusted.

[0032] In addition, although this displacement regulation layer 60 may be formed of various kinds of well-known technique, it is made to form it in one on the outside surface of the lock out plate 56 advantageously by piezo-electricity / electrostriction actuation section 70, the technique specifically adopted on the occasion of formation of the lower electrode 72, the piezo-electricity / electrostriction layer 74, and the up electrode 76, and the same film forming method. It is \*\*, and if the film forming method is adopted, while being able to form the displacement regulation layer 60 in piezo-electricity / electrostriction actuation section 70, and a simultaneous target and being able to control reduction of activity manday, and also lifting of a manufacturing cost, it is because layout of a pattern also becomes easy. In order to fully enjoy the profit of simultaneous formation with piezo-electricity / electrostriction actuation section 70 especially It is desirable to consist of layers which the displacement regulation layer 60 turns into from the layer of the same lower electrode 72 as said piezo-electricity / electrostriction actuation section 70, and/or the piezo-electricity / electrostriction layer 74 at least. The laminated structure which formed the up electrode 76 especially in addition to the lower electrode 72 and the piezo-electricity / electrostriction layer 74, or them will be adopted especially advantageously.

[0033] Moreover, the insulating resin material used in order to insulate electrically between the arranged piezo-electricity / electrostriction actuation section 70, and 70 is used for such a displacement regulation layer 60. It is also possible to constitute including the layer which consists of such an insulating resin material. For example, the displacement regulation layer 60 is constituted only from this insulating resin material layer, and also it is possible to constitute in the laminated structure which it comes to form with at least one of the lower electrode 72 which gives piezo-electricity / electrostriction actuation section 70, the piezo-electricity / electrostriction layer 74, and the up electrodes 76. In addition, although it will not be limited especially if it is resin which has a predetermined degree of hardness, and application of the film forming methods, such as screen-stencil, is possible, and has insulation as this insulating resin material, Young's modulus is 2 1kg/mm preferably. It is 2 1000kg/mm above. The following materials will be chosen advantageously and heat-curing mold resin, such as acrylic resin and an epoxy resin, will be suitably adopted also in it. Moreover, various kinds of solder resists may also be suitably used from the point of insulation and membrane formation nature, for example. [0034] Furthermore, the pattern will be suitably selected from the place these displacement regulation layers 60 of whose are the auxiliary window part 78 and a thing by which the rigidity which will be made to fall by existence of the dummy cavity 37 if it puts in another way is controlled by the degree of the reduction of rigidity by this dummy cavity 37. And the degree of rigid lifting is controlled by magnitude of the pattern of this displacement regulation layer 60, with it has two incomes with the dummy cavity 37, and the displacement property of the pressurized rooms 36 and 36 of ends is adjusted. in addition, a variation

rate -- if the thickness of the regulation layer 60 also influences the rigidity of a pressurized room 36 to some extent and the thickness becomes thick -- rigid nearby one -- although it comes to become high, generally as the thickness, 70 micrometers or less will be preferably set to 50 micrometers or less. \*\* it is \*\* -- a variation rate -- the thickness of the regulation layer 60 -- not much -- being also alike -- if it becomes thick too much -- the formation -- it is because problems, such as a crack and exfoliation, become set in process and is easy to be caused.

[0035] If it is in the actuator 34 obtained in this way It arranges to the thing of the ends of four pressurized rooms 36 (it corresponds to a window part 68) which arranged in the shape of a train and were prepared. On the outside, furthermore, the dummy cavity 37 (it corresponds to the auxiliary window part 78) designed by the predetermined size configuration From the place prepared, respectively, while the rigidity of the pressurized room 36 of the ends is made to fall effectively By forming the displacement regulation layer 60 in the part on the outside surface of the lock out plate 56 corresponding to this dummy cavity 37 in one by the predetermined pattern Rigidity is raised moderately, with these dummy cavity 37 and the displacement regulation layer 60 have two incomes. The deformans of the pressurized room 36 of ends is adjusted, if it puts in another way, the deformation of each pressurized room 36 will be made to equalize, and the amount of displacement by four piezo-electricity / electrostriction actuation sections 70 and the operational characteristic which was excellent by this will be stabilized, and will be acquired. In addition, it sets between the lock out plates 56 which form a pressurized room 36 at the time of baking of piezo-electricity / electrostriction actuation section 70. Although the thermal stress based on a coefficient-of-thermal-expansion difference arises in the stress and the list accompanying sintering and the burning shrinkage at the time of carrying out eburnation in piezo-electricity / electrostriction material and especially the piezo-electricity / electrostriction actuation section 70 of ends come to carry out degradation by this at them The problem of the degradation of the piezo-electricity / electrostriction actuation section 70 of such ends will also be advantageously solved or eased by formation of the above mentioned auxiliary window part 78 (dummy cavity 37).

[0036] And the rigidity of the pressurized room 36 of ends can solve advantageously the problem which requires the time amount and costs of \*\*\*\* in the case of being based only on configuration modification of the auxiliary window part 78 (dummy cavity 37) many from the place which may be finely tuned by modification of the pattern of the displacement regulation layer 60. namely, the outside surface top of the lock out plate 56 -- a variation rate -- only forming the regulation layer 60 -- it is -- such [ moreover ] a variation rate -- by performing adjustment rigid only by pattern modification of the regulation layer 60, lifting of a manufacturing cost is controlled effectively, and is carried out for that pattern modification is cheaper than configuration modification of the auxiliary window part 78, and a short period of time, and can perform the preliminary design and design change promptly and cheaply.

[0037] By the way, this actuator 34 can be used as an ink pump of for example, an ink jet print head, the actuator 34 and ink nozzle member like \*\*\*\* are joined to drawing 3 in one, and an example of the constituted ink jet print head is shown. In there, 32 is an ink nozzle member which constitutes the ink jet print head 30 with an actuator 34, and it has the structure where the nozzle plate 38 and orifice plate 40 which present the plate configuration of thin meat, respectively piled up on both sides of the passage plate 42 among them, and were joined in one by adhesives as shown in drawing 4 .

[0038] More, while a through-hole 46 and the orifice hole 48 are formed, the feed holes 54 which supply ink are formed in the ink supply passage 52 mentioned later by details in the location corresponding to the first free passage hole 66 of said actuator 34, and the second free passage hole 67 in an orifice plate 40, respectively. Moreover, while a through-hole 47 is formed in the location corresponding to the through-hole 46 of an orifice plate 40, the window part 50 which is open for free passage to four orifice holes 48 and feed holes 54 of an orifice plate 40 is formed in the passage plate 42. Furthermore, the nozzle hole 44 for an ink blowout is formed in the location corresponding to the through-hole 47 of the passage plate 42 at the nozzle plate 38.

[0039] And the ink supply passage 52 is formed by covering the window part 50 which the ink nozzle member 32 is formed and was prepared in said passage plate 42 from both sides by the nozzle plate 38

and the orifice plate 40 by each [ these ] plates' 38, 40, and 42 piling up, and being made to join in one with suitable adhesives.

[0040] In addition, although especially the construction material of each plates 38, 40, and 42 which constitute this ink nozzle member 32 is not limited, when forming the nozzle hole 44 and the orifice hole 48 with close dimensional accuracy, generally metals, such as plastics, and nickel thru/or stainless steel, are adopted suitably. Moreover, it is [ having and forming the taper configuration byway-ized toward the ink negotiation direction ] desirable since the orifice hole 48 makes it succeed in the operation like a check valve to the ink supplied, for example, as shown in drawing 3 .

[0041] This ink nozzle member 32 and by being joined in one using suitable adhesives to said actuator 34 The ink which the target ink jet print head 30 was formed, and was supplied to the ink supply passage 52 from said feed holes 54 While the pressurized room 36 of an actuator 34 is supplied through the orifice hole 48 of the ink nozzle member 32 based on actuation of the piezo-electricity / electrostriction actuation section 70 of an actuator 34 It is led through through-holes 46 and 47 from this pressurized room 36, and is made to spout from the nozzle hole 44 by the exterior.

[0042] In addition, as adhesives used for adhesion of the ink nozzle member 32 and an actuator 34, there may not be especially definition and any, such as a vinyl system, acrylic, a polyamide system, a phenol system, a resorcinol system, a urea system, a melamine system, a polyester system, an epoxy system, a furan system, a polyurethane system, a silicone system, a rubber system, a polyimide system, and a polyolefine system, are sufficient as it. However, in constituting a print head like this example, it chooses adhesives with the endurance over ink.

[0043] moreover, the paste type or sheet type of the point of mass production nature to high viscosity [ gestalt / of adhesives ] -- excelling -- \*\*\*\* -- moreover, the short hot melt adhesive mold of heating time -- or a room-temperature-curing bonded type is more desirable. And the elastic epoxy adhesive which can be screen-stenciled, silicone system adhesives, the epoxy system adhesives which blended silicone resin, sheet configuration hot melt type polyolefine system adhesives, polyester system adhesives in which stamping is possible, etc. will be used especially suitably.

[0044] In the ink jet print head 30 which has such structure, the ink regurgitation property of good ink pumping ability having been demonstrated, having obtained and having excelled from the place whose actuator 34 is what is stabilized and demonstrates the outstanding operational characteristic like \*\*\*\* will be stabilized, and will be acquired.

[0045] While having the \*\*\*\* structure shown in drawing 1 -2 incidentally and putting in order and establishing seven pressurized rooms 36 from No.1 to No.7 in a single tier It arranges to the pressurized room 36 of ends (No.1, No.7). Further on the outside The lock out space slack dummy cavity 37 is formed by the auxiliary window part 78, and further to the part on the outside surface of the lock out plate 56 corresponding to this dummy cavity 37 The actuator 34 in which it comes to prepare simultaneously with this piezo-electricity / electrostriction actuation section 70 the displacement regulation layer 60 which consists of the lower electrode 72, and the piezo-electricity / electrostriction layer 74 which constitutes piezo-electricity / electrostriction actuation section 70, and two same layers by the film forming method is manufactured. the bending at the time of impressing voltage to each piezo-electricity / electrostriction actuation section 70 prepared corresponding to each pressurized room 36 (No.1-No.7) -- a variation rate -- the amount was measured with the laser Doppler measuring machine. Moreover, although such an auxiliary window part 78 (therefore, dummy cavity 37) is formed in the actuator and list in which the auxiliary window part 78 is not formed while seven pressurized rooms 36 are put in order and established in a single tier like the above as an example of a comparison The actuator with which the displacement regulation layer 60 is not formed was manufactured, respectively, voltage was impressed about each piezo-electricity / electrostriction actuation section 70 prepared corresponding to each pressurized room 36, similarly, each pressurized-room wall bent and the amount of displacement was measured. And those results were combined and were shown in the following table 1. In addition, also in which actuator, the configuration of the auxiliary window part 78 presupposed that it is the same as that of a window part 68.

[0046]

[A table 1]

		電圧印加時の各圧電／電歪作動部による 加圧室壁の撓み変位量 (μm)							
	ダミー キャビ ティ (37)	変位規 制層 (60)	加圧室 (36) 番号						
			1	2	3	4	5	6	7
本発明	有	有	0.25	0.26	0.25	0.27	0.26	0.26	0.26
比較例	有	無	0.28	0.26	0.25	0.25	0.26	0.26	0.29
	無	無	0.19	0.25	0.26	0.25	0.27	0.26	0.20

[0047] It arranges to the thing of the ends of two or more pressurized rooms 36 so that more clearly than the result of this table 1. On the outside, further, when the dummy cavity 37 by the auxiliary window part 78 is formed and the displacement regulation layer 60 is formed on the outside surface of the lock out plate 56 As opposed to an amount becoming almost equal to the thing of inside piezo-electricity / electrostriction actuation section 70, and the actuator with little dispersion in operational characteristic being obtained bending by actuation of the piezo-electricity / electrostriction actuation section 70 of ends -- a variation rate -- If it is when the dummy cavity 37 and the displacement regulation layer 60 are not formed, it bends, the amount of displacement becomes small substantially, and the thing to depend on the piezo-electricity / electrostriction actuation section 70 of ends and which operational characteristic is falling remarkably is accepted. Moreover, if it was when only the dummy cavity 37 was formed, since the magnitude of the dummy cavity 37 was unsuitable, the rigidity of the pressurized room 36 of ends becomes low too much, it will be based on piezo-electricity / electrostriction actuation section 70, and will bend, the amount of displacement will become large too much, and operational characteristic will vary also in such a case.

[0048] As mentioned above, it is a place needless to say that this invention is not what also receives any constraint by the publication of this example although the typical example of this invention has been explained in full detail. Moreover, it should be understood that it is what can add modification which becomes various based on this contractor's information, correction, amelioration, etc. to this invention unless it deviates from the meaning of this invention other than the above-mentioned example.

[0049] For example, the configuration of an actuator 34 is not what is limited to the thing of said example in any way. Even if various kinds of well-known structures may be adopted and it is in the configuration of the pressurized room [ in / an actuator 34 ] 36, and the piezo-electricity / electrostriction actuation section 70, a formation location, the number of formation, etc., it is not what is limited in any way. As long as it is arranged in the shape of [ in which ends are formed ] a train, according to the object, it may be selected suitably. Moreover, although the auxiliary window part 78 (dummy cavity 37) was arranged in the thing of the ends of the direction of a list of two or more window parts 68 and being formed in every one outside each of the in said example The displacement regulation layer 60 which is not necessarily possible not only for one but preparing in the number beyond it, and follows this invention to still such two or more window parts 78 will be formed in at least one or the response part beyond it.

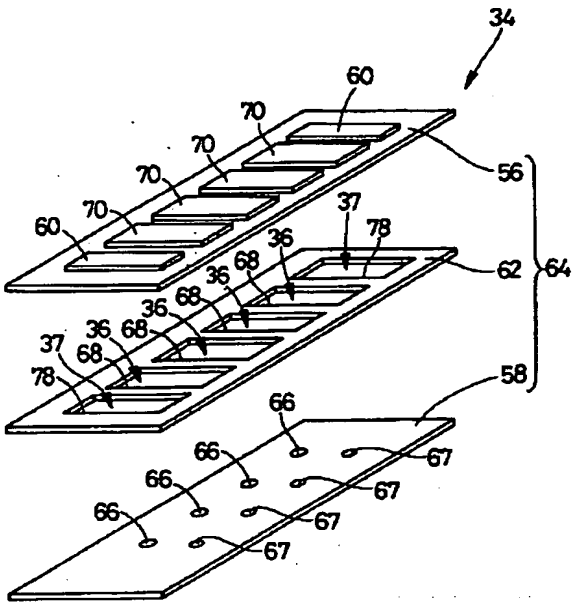
[0050] And it is used as an ink pump of the ink jet print head of various structures besides the thing of above-mentioned structure, and also the actuator of this invention may be advantageously used as a micropump, a piezoelectric loudspeaker, a sensor, vibrator, a radiator, a filter, etc.

---

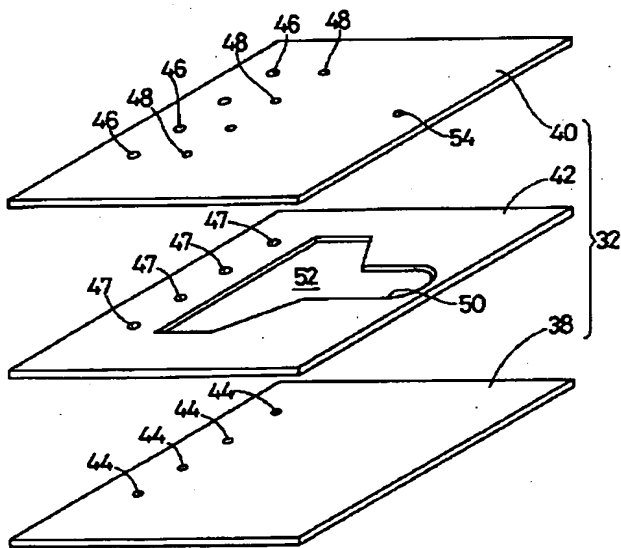
[Translation done.]



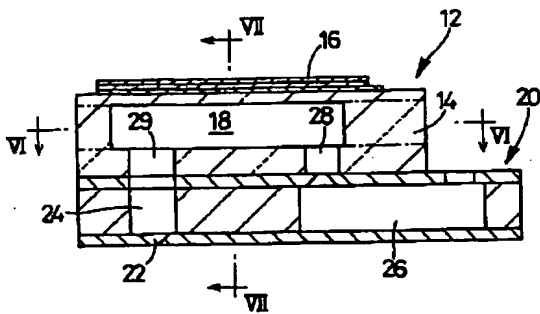




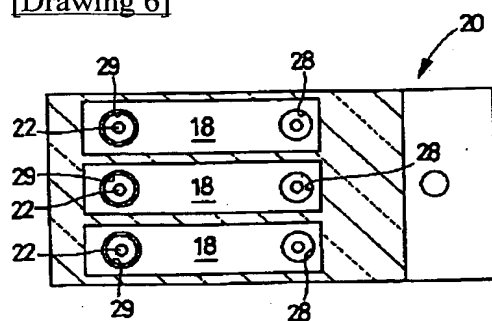
[Drawing 4]



[Drawing 5]



[Drawing 6]



---

[Translation done.]